

# Bionanocomposites of Cellulose/Curdlan from Genetically Modified *Gluconacetobacter xylinus*

方, 駒

<https://hdl.handle.net/2324/1544036>

---

出版情報：九州大学, 2015, 博士（農学）, 課程博士  
バージョン：  
権利関係：やむを得ない事由により本文ファイル非公開（3）

氏名	方 駒 (Fang Ju)			
論文名	Bionanocomposites of Cellulose/Curdlan from Genetically Modified <i>Gluconacetobacter xylinus</i> (遺伝子組換えした酢酸菌によるセルロース/カードランバイオナノコンポジットの創製)			
論文調査委員	主査	九州大学	教授	近藤 哲男
	副査	信州大学	教授	天野 良彦
	副査	九州大学	教授	酒井 謙二
	副査	九州大学	教授	河原林 裕

## 論文審査の結果の要旨

酢酸菌 *G. xylinus* は、好気性グラム陰性菌で、糖を炭素源にして菌体外に幅 50 nm、厚み 10 nm 程度のリボン状セルロースナノファイバーを生産する。これが、バクテリアセルロースと呼ばれる高結晶性のナノファイバーである。分泌後すぐに、ランダムに強固なネットワークを形成して、ペリクルと呼ばれるナノ網目からなる形状が安定なゲル状膜を構築する。現在このペリクルは、医療、電子機器分野等で利用が期待されており、要求される物性はペリクル特有のナノサイズの強固な網目構造に起因する。さらに最近、新素材としてセルロースナノファイバーが日本再興戦略アベノミクスの 2014 年版、2015 年版に取り上げられ、特にプラスチック補強材として用途の拡大に注目が集まっている。上記の酢酸菌産生セルロースナノファイバーペリクルに汎用樹脂を複合化してナノコンポジットとすると、高弾性率で、フレキシブルな透明材料として期待されている。

本論文では、この酢酸菌を遺伝子組み換えにより改変し、培養だけでバイオナノコンポジットを形成する新しいバイオナノ複合法を提案している。

まず、分岐の無い直鎖状の  $\beta$ -1,3-グルカンであるカードラン合成遺伝子をアグロバクテリウムより単離し、酢酸菌に導入した。合成酵素の生成確認、ならびに酢酸菌にカードラン合成能が付与されたことを明らかにした。本研究では、カードラン分子だけを合成する酵素をコードする *crdS* 遺伝子のみを酢酸菌に導入した結果、菌体外にカードランが分泌していることを明らかにした。

次に、得られたセルロース/カードランバイオナノコンポジットの同定、形態等に関する解析を行っている。*crdS* 遺伝子導入によって、セルロース/カードランバイオナノコンポジットが分泌されたが、その収率はまだまだ十分とは言えなかった。一方、もともとの酢酸菌の高結晶性のセルロース分泌には、ほとんど影響を与えてないことが判明した。さらに、分泌されたセルロースナノファイバー表面をカードランが被覆しており、その結果、従来の酢酸菌由来のセルロースナノファイバーの網目の空隙はふさがれ、カードランで被覆された新たな形態を有するセルロース/カードランバイオナノコンポジットが創製されることを見出した。

そこで、申請者は、セルロース配向テンプレート (NOC) 上で、*G. xylinus* を培養すると、酢酸菌の走行挙動と物質分泌挙動の相互相関が可視化されることに注目した。実際に、遺伝子組換えした酢酸菌の NOC 上での走行を観察したところ、これまでとは全く違う走行パターンを示し、分泌セルロースナノファイバー表面を被覆するカードランが菌体の運動を妨げるような接

着材として働いていることを明らかにした。

以上の結果は、近年、電気・電子分野から医薬・医療分野に至るまで、多くの分野で利用が検討されている酢酸菌由来のセルロースナノファイバーの応用展開をさらに広げることにつながる。

以上要するに、本論文は、酢酸菌を遺伝子組み換えにより改質し、培養だけでバイオナノコンポジットを形成する新しいバイオナノ複合法を提案するものである。この成果は、生体高分子学のみならず、微生物学からも意義深く、生物産業創成に寄与する価値のある業績と認める。

よって、本研究者は博士（農学）の学位を得る資格を有するものと認める。